
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2004/2005

October 2004

ZCT 532/4 - Radiation Physics
[Ilmu Fizik Sinaran]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **FIVE** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions: Answer all **FIVE** (5) questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

Arahan: Jawab kesemua **LIMA** (5) soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

1. (a) In the radioactive decay of ^{137}Cs to ^{137}Ba , the binding energies of the K- and L-shell electrons of the daughter ^{137}Ba atom are 38 keV and 6 keV. What are the energies of the internal-conversion electrons ejected from these shells?
 [(a) *Dalam reputan radioaktif ^{137}Cs ke ^{137}Ba , tenaga ikatan elektron petala-K dan L bagi atom anak ^{137}Ba ialah 38 keV dan 6 keV. Apakah tenaga electron penukaran dalaman yang dipancarkan oleh petala-petala tersebut?*]
 (20/100)
- (b) A radioactive sample consists of a mixture of ^{35}S and ^{32}P . Initially, 5 % of the activity is due to the ^{35}S and 95 % due to the ^{32}P . At what subsequent time will the activities of the two nuclides in the sample be equal? (^{32}P decays to ^{32}S with a half-life of 14.29 days; for ^{35}S , $t_{1/2} = 87.44$ days)
 [(b) *Suatu sampel radioaktif mengandungi campuran ^{35}S dan ^{32}P . Pada mulanya, 5 % daripada keaktifan disumbangkan oleh ^{35}S dan 95 % daripada ^{32}P . Tentukan masa bila mana keaktifan kedua-dua nuklid dalam sampel mempunyai nilai yang sama? (^{32}P mereput kepada ^{32}S dengan separuh-hayat 14.29 hari; ^{35}S mereput dengan separuh-hayat 87.44 hari)]*
 (25/100)
- (c) The average mass of potassium in the human body is about 140 g. If the abundance of ^{40}K is 0.0118 % and its half-life is 1.28×10^9 years, estimate the average activity of ^{40}K in the body.
 Given: Avogadro's No. = 6.023×10^{23} atoms/g-atom
 [(c) *Jisim purata kalium dalam badan manusia ialah lebih kurang 140 g. Jika kelimpahan ^{40}K ialah 0.0118 % dan separuh-hayatnya ialah 1.28×10^9 tahun, anggarkan keaktifan purata ^{40}K dalam badan. Diberi: Nombor Avogadro = 6.023×10^{23} atom/g-atom]*
 (25/100)
- (d) With the help of a graph to show how the parent and daughter nuclides change with time, discuss the meaning of secular and transient equilibrium.
 [(d) *Berbantuan graf yang sesuai untuk menunjukkan bagaimana nuklid induk dan nuklid anak berubah dengan masa, bincangkan maksud keseimbangan sekular dan keseimbangan fana.*]
 (30/100)
2. (a) Explain why the range of an electron in matter is more poorly defined than that of a heavy charged particle.
 [(a) *Terangkan kenapa julat elektron dalam jirim tidak begitu jelas berbanding julat bagi zarah bercas berat.*]
 (20/100)

- (b) Sketch curves showing the energy dependence of collisional and bremsstrahlung losses for electrons in copper.
 [(b) *Lakarkan lengkung-lengkung yang menunjukkan kebergantungan kepada tenaga untuk kehilangan perlanggaran dan kehilangan bremsstrahlung untuk elektron dalam kuprum.]*
 (20/100)
- (c) Explain the processes involved when photons interact with matter. Differentiate these processes by taking into account low, intermediate and high energy photons.
 [(c) *Terangkan proses-proses yang terlibat apabila foton bersaling tindak dengan jirim. Bezakan proses-proses ini dengan mengambil kira tenaga foton rendah, sederhana dan tinggi.]*
 (40/100)
- (d) A narrow beam of 400 keV photons is incident normally on a piece of iron sheet of thickness 2 mm. What fraction of the photons have no interactions in the metal?
 (Given $(\mu/\rho)_{\text{Fe}} = 0.092 \text{ cm}^2/\text{g}$ and $\rho_{\text{Fe}} = 7.86 \text{ g/cm}^3$)
 [(d) *Suatu alur sempit foton bertenaga 400 keV menuju secara normal pada sekeping logam besi dengan ketebalan 2 mm. Berapakah pecahan foton yang tidak akan mengalami sebarang saling tindakan dalam logam? (Diberi $(\mu/\rho)_{\text{Fe}} = 0.092 \text{ cm}^2/\text{g}$ dan $\rho_{\text{Fe}} = 7.86 \text{ g/cm}^3$.)]*
 (20/100)
3. (a) Describe in detail how a scintillation detector works.
 [(a) *Terangkan secara terperinci bagaimana suatu pengesan sintilasi berfungsi.]*
 (30/100)
- (b) For a small NaI(Tl) detector exposed to a radioactive source emitting 500 keV and 2 MeV γ -rays, provide an approximate plot of the energy spectrum. Ensure that each feature in the spectrum is labeled with the appropriate values of energy.
 [(b) *Untuk suatu pengesan NaI(Tl) kecil yang didedahkan kepada suatu punca radioaktif yang memancarkan sinar- γ bertenaga 500 keV dan 2 MeV, lakarkan plot spektrum tenaga yang diperolehi. Pastikan setiap ciri dalam spektrum dilabel dengan nilai tenaga yang berpadanan.]*
 (40/100)
- (c) Write short notes on the following:
 [(c) *Tuliskan nota ringkas tentang perkara berikut:]*

- (i) intrinsic efficiency of a detector
[(i) *kecekapan intrinsik pengesanan*]
- (ii) dead time of a detector
[(ii) *masa mati pengesanan*]

(30/100)

4. (a) Describe three different ways of generating neutrons.
[(a) *Terangkan tiga kaedah berbeza untuk menjana neutron.*]

(30/100)

- (b) Explain the basis for neutron detection by the foil activation method.
[(b) *Terangkan asas pengesanan neutron melalui kaedah pengaktifan kerajang.*]

(25/100)

- (c) Why is ^{235}U fissile with thermal neutrons, but ^{238}U is only fissionable?
[(c) *Kenapakah ^{235}U dianggap jenis 'fissile' dengan neutron terma, tetapi ^{238}U hanya dianggap 'fissionable'?*]

(15/100)

- (d) A sample containing 127 g of ^{23}Na (100% abundance) is exposed to a beam of thermal neutrons at a constant fluence rate of $1.19 \times 10^4 \text{ n/cm}^2\text{s}$. The thermal neutron capture cross section for the reaction $^{23}\text{Na}(n,\gamma)^{24}\text{Na}$ is 0.53 barn.

- [(d) *Suatu sampel yang mengandungi 127 g ^{23}Na (kelimpahan 100 %) didedahkan kepada alur neutron terma pada kadar fluens yang malar bernilai $1.19 \times 10^4 \text{ n/cm}^2\text{s}$. Keratan rentas tawanan neutron terma untuk tindakbalas $^{23}\text{Na}(n,\gamma)^{24}\text{Na}$ ialah 0.53 barn.*]

- (i) Calculate the saturation activity
[(i) *Hitung keaktifan tepu.*]
- (ii) Calculate the ^{24}Na activity in the sample 24 hours after it is placed in the beam.
[(ii) *Hitung keaktifan ^{24}Na dalam sampel 24 jam selepas ianya diletakkan dalam alur neutron.*]

Given: [Diberi:]

[Keratan rentas tawanan neutron terma, $\sigma_c = 37 \text{ barn}$]

Avogadro's No. = $6.023 \times 10^{23} \text{ atoms/g-atom}$

[Nombor Avogadro = $6.023 \times 10^{23} \text{ atom/g-atom}$]

Half-life of ^{24}Na is 15.0 hours

[Separuh-hayat ^{24}Na ialah 15.0 jam]

(30/100)

5. Write short notes on the following:
[Tulis nota ringkas tentang perkara berikut:]

- (a) Fission chambers for neutron detection
[(a) Kebuk belahan untuk pengesanan neutron]
- (b) Bragg-Kleeman rule
[(b) Petua Bragg-Kleeman]
- (c) Semiconductor detectors
[(c) Pengesan Semikonduktor]
- (d) Boron Neutron Capture Therapy
[(d) Terapi Tawanan Neutron Boron]

(100/100)